

# **AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU**

## **Autors:**

Julián Arrés García ; Ana Marta Capdevila Grau; Sara Martín Ortega, Marc Vilahur Chiaraviglio

## **Tutors:**

Ester Garcia Solsona, Martí Boada Juncà, Jordi Garcia Orellana, Joan Rieradevall i Pons

## **RESUM**

En aquest article es resumeixen els resultats més destacats del projecte dut a terme pel grup Projecte Biomassa. Aquest estudi té per objectiu l'avaluació de la viabilitat energètica, econòmica i ambiental de l'aprofitament de la biomassa forestal com a recurs energètic a les forests d'Arestui, Baiasca, Montenartró i Virós situades dins el Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP).

En el projecte s'ha fet una revisió dels Plans d'Ordenació Forestal (POF's) de les esmentades forests per tal d'adequar-les als requeriments del PNAP i així obtenir resultats sobre el potencial de biomassa sosteniblement extraïble, sobre el seu potencial energètic i plantejar un escenari d'aprofitament a mode de cas pràctic. A més a més, s'han realitzat també un balanç socioeconòmic, un balanç d'emissions de CO<sub>2</sub> i una avaluació d'impacte ambiental per tal de determinar la viabilitat de l'ús de biomassa al PNAP com a recurs energètic.

Com a resultat final s'ha obtingut que el procés d'aprofitament de la biomassa per a la producció d'energia calorífica esdevé una opció de futur viable i positiva ja que la implantació del nou procés comporta beneficis a nivell social, econòmic i ambiental.

**Paraules clau:** *Parc Natural de l'Alt Pirineu, biomassa, Pla d'Ordenació Forestal, potencial energètic, aprofitament sostenible.*

## **RESUMEN**

En este artículo se resumen los resultados más destacados del proyecto llevado a cabo por el grupo Projecte Biomassa. Este estudio tiene por objetivo la evaluación de la viabilidad energética, económica y ambiental del aprovechamiento de la biomasa forestal como recurso energético en los bosques de Arestui, Baiasca, Montenartró y Virós situados dentro del Parc Natural de L'Alt Pirineu (PNAP).

En el proyecto se ha realizado una revisión de los Planes de Ordenación Forestal (POF) de estos bosques para adecuarlos a los requerimientos del

PNAP y así obtener resultados sobre el potencial de biomasa sosteniblemente extraíble, sobre su potencial energético y plantear un escenario de aprovechamiento o modo de caso práctico. Además, se ha realizado también un balance socioeconómico, un balance de emisiones de CO<sub>2</sub> y una evaluación del impacto ambiental para determinar la viabilidad del uso de biomasa como recurso energético en el PNAP.

Como resultado final se ha obtenido que el proceso de aprovechamiento de la biomasa para la producción de energía calorífica es una opción de futuro viable y positiva. La implantación del nuevo proceso conlleva beneficios a nivel económico, social y ambiental.

---

**Palabras clave:** *Parc Natural de l'Alt Pirineu, biomasa, Plan de Ordenación Forestal, potencial energético, aprovechamiento sostenible.*

---

## ABSTRACT

---

This article contains the most important results from the project realized by de group Projecte Biomassa. The objective of this study is the evaluation of the energetic, economic and environmental viability, of the use of forest biomass from the forests of Arestui, Baiasca, Montenartró and Viròs located in the Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP).

The project contains a revision of the Forest Planning Arrangements (POF's) from the main forests according to the PNAP suggestions, to get results of the sustainable biomass potential, and to suggest an application scenario as a practical case. In addition a CO<sub>2</sub> balance an environmental impact evaluation and a socioeconomic balance have been realized to evaluate the use of biomass as energetic source viability in the PNAP

As final result we obtained that the biomass profit process for the use in

calorific energy production is an available and positive option. The introduction of this new process entails social, environmental and economic profits.

---

**Keywords:** *Parc Natural de l'Alt Pirineu, biomass, Forest planning arrangement, energetic potential, sustainable exploit,*

---

## INTRODUCCIÓ

---

Els boscos del PNAP han estat, històricament, objecte d'una intensa explotació. Primerament per les rompudes fetes per a augmentar la superfície de conreu o de pastures, més tard per les tals fetes per aconseguir combustible per les fargues, i d'altra banda per a l'explotació de la fusta utilitzada per a la marina de guerra i com a material de construcció [1].

Al llarg del segle XX els processos de canvi de relació social amb el bosc s'estableixen amb la implantació progressiva de les societats urbano-industrials que, paral·lelament amb el creixement tecnològic, demogràfic i el increment de mobilitat, aniran suplint els dendrocombustibles forestals per hidrocarburs fòssils [2]. Això ha comportat un cert abandó dels boscos i l'aparició de noves demandes socials vers la seva utilització com són les iniciatives conservacionistes i els usos terciaris [2].

En els darrers anys, a Catalunya han sorgit projectes i iniciatives per l'aprofitament de la biomassa forestal com a recurs energètic. Aquests projectes poden ser una bona eina per afavorir la explotació sostenible dels boscos tenint en compte els aspectes multifuncionals d'aquests (aspectes biològics, ambientals i socioeconòmics).

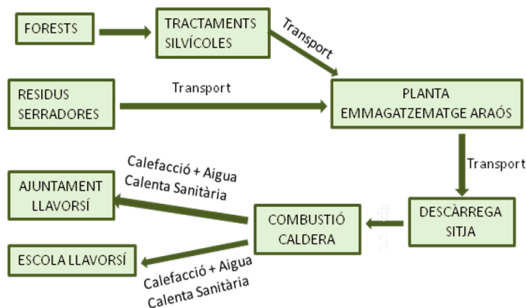
El PNAP gaudeix d'un valuosíssim patrimoni natural que obre una porta molt interessant a l'hora de valorar les possibilitats d'implementació de les energies renovables, sempre

preservant aquest entorn, mitjançant l'aprofitament local i sostenible de la biomassa. Concretament, l'aprofitament energètic de la biomassa és una possibilitat per a comercialitzar fusta de baixa qualitat que en aquests moments no té mercat o és deficitària en alguns aspectes. Per tant, esdevé una bona alternativa per aquells propietaris de boscos que busquen donar un ús rendible a la seva massa forestal i a la vegada, amb la seva gestió, contribueixen a la prevenció d'incendis forestals, la revalorització dels boscos i la dinamització de part de l'activitat socioeconòmica.

## METODOLOGIA

Per a l'assoliment dels objectius en una primera fase del projecte es realitza una recerca d'informació que s'ha dividit en 5 procediments principals: recerca bibliogràfica, recerca digital, entrevistes a tècnics del Parc, entrevistes a altres especialistes i sortides de reconeixement de la zona d'estudi.

El sistema d'estudi està format per dos fonts de biomassa. La primera font són les cinc forests d'estudi: Baiasca i Arestui, Araós i Ainet (Bosc de Virós) i Montenartró, i la segona font són les dues serradores: Fustes Sebastià, S.L. i Fustes Pallé, S.A.. Es considera l'acumulació de la biomassa extreta en una planta d'emmagatzematge amb una possible ubicació al municipi d'Araós. Finalment es considera l'aplicació d'un cas pràctic al municipi de Llavorsí (Figura 1).



**Figura 1: Esquema procés**  
Font: Elaboració pròpia

Els actors implicats directament en aquest procés són:

- **Actors implicats en l'extracció:** rematant, responsable forestal de l'espai, transportista, serradores.
- **Actors implicats en el processament:** transportista, empresa encarregada del processat.
- **Actors implicats en la producció d'energia:** empresa de venda i manteniment de calderes.
- **Actors d'implicació en la globalitat del cicle:** tècnic del parc, població local i ajuntaments locals.

Un cop recopilada la informació necessària i estudiada la legislació aplicable al Parc, s'ha procedit al seu anàlisi. Primerament s'ha realitzat un estudi sobre la biomassa susceptible de ser extreta sosteniblement segons el POF de cada forest tenint en compte les limitacions silvícoles i d'accessibilitat. Un cop obtinguda la biomassa disponible s'ha procedit al càlcul del seu potencial energètic i al plantejament d'un balanç energètic del seu aprofitament que es presenta a continuació (unitats MWh):

$$BET = (PEB_B + PEB_S) - (CET + CEE)$$

*BET: Balanç Energètic Total.*

*PEB<sub>B</sub>: Producció Energètica Biomassa procedent directament del bosc.*

*PEB<sub>S</sub>: Producció Energètica Biomassa procedent serradores.*

*CET: Costos Energètics de Transport.*

*CEE: Costos Energètics d'Extracció.*

També s'ha dut a terme un balanç econòmic de l'aprofitament (unitats: €):

$$BEcT = PEcB - CEc$$

*BEcT: Balanç Econòmic Total.*

*PEcB: Producció Econòmica de la Biomassa.*

*CEc: Costos Econòmics.*

S'ha realitzat també un estudi social del procés que ha consistit en la identificació dels principals impactes que afecten al sistema així com les seves conseqüències, classificades entre positives i negatives

Posteriorment s'ha plantejat un escenari d'aplicació a mode cas pràctic i s'ha dut a terme, per a l'estudi de la viabilitat ambiental, un balanç d'emissions de CO<sub>2</sub> i una Avaluació del Impacte Ambiental del procés d'aprofitament forestal seguint la metodologia de les matrius de caracterització i avaluació de doble entrada [3].

No cal oblidar el suport informàtic com ara: programari bàsic (processadors de textos, bases de dades, fulls de càlcul,...) així com de software més especialitzat com en són els SIG (Miramon o Arcgis) o programes per disseny (Photoshop) i el programa Mirabosc Online del CREAM.

## RESULTATS I DISCUSIÓ

### Càlcul de la biomassa soteniblement extraïble per al balanç energètic del sistema

L'estudi parteix dels volums d'extracció de biomassa previstos als POF's de les forests estudiades i de la quantitat d'estella proporcionada per les dues serradores de la zona. Per tal de poder determinar la biomassa susceptible de ser aprofitada al PNAP s'han establert els següents criteris de disponibilitat:

1. Es consideren aprofitables el 100% dels volums de serra previstos extreure, provinents de tractaments de millora.
2. El 30% dels volums d'extracció de serra previstos, provinents de les tallades de regeneració [4].
3. Les espècies d'aprofitament forestal són el *Pinus sylvestris* (pi roig), *Pinus uncinata* (pi negre) i *Avies alba* (avet) [5].
4. Tota l'estella produïda com a residu de les serradores esmentades.

Segons aquests criteris les quantitats de biomassa aprofitables

sosteniblement són les que es reflecteixen a la Taula 1.

**Taula 1: Biomassa disponible per a finalitats energètiques.** Font: Elaboració pròpia.

	Biomassa aprofitable t.psa/any	Percentatge %
T.Regeneració	400	8
T.Millora	820	15
Serradores	4.200	77
Total	5.420	100

Aprofitant les 1.220 t/any de biomassa procedent directament de les forests més les 4.200 t/any de les dues serradores de l'àrea d'estudi s'obtingria una energia de 20.784 MWh/any. Per a poder aconseguir aquesta energia cal un procés d'extracció, estellament, i transport, que conjuntament suposa un cost energètic d'uns 200 MWh/any tal i com es pot observar en la taula 2.

**Taula 2: Consum de gasoil i d'energia primària anual per les diferents etapes de l'aprofitament de biomassa**

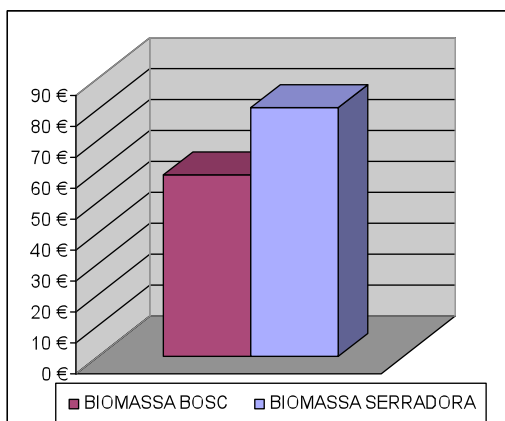
Font: Elaboració pròpia

Procés	Consum gasoil (litres)	Consum energia primària (MWh/any)	Percentatge (%)
Extracció (inclou estellada)	14.500	145,8	73
Transport [6]	5.370	53,98	27
Total	19.820	199,78	100

Realitzant un balanç entre el consum i la producció energètica, s'arriba a la conclusió que l'energia emprada en l'extracció i el transport representen aproximadament un 1% de l'energia obtinguda, i per tant, no representen un factor limitant per a l'aprofitament energètic de la biomassa. Per tant, el total resultant del balanç energètic realitzat és d'uns 22.585 MWh/any.

Un altre factor que podem observar és que els costos d'extracció són molt més importants que els de transport, suposant un 73% del cost total del sistema.

Cal destacar també la importància de valoritzar energèticament un subproducte fuster com és l'estella de



**Figura 2: Gràfica comparativa de preus de la biomassa segons origen d'extracció.**

Font: Elaboració pròpia

serradora, que proporcionaria més del 75% de l'energia obtinguda.

### Balanç socioeconòmic del sistema

Econòmicament, el cicle es considera viable (aproximadament de 1.600.000€/any) ja que aquest aporta a un augment de beneficis als diferents actors implicats, propiciant un augment en l'economia local així com l'aprofitament d'un recurs inutilitzat.

Els beneficis totals obtinguts, que ascendeixen aproximadament a 1.820.000€/any [7]. El preu actual de l'energia així com el potencial energètic del combustible permeten una opció de mercat viable. Aquests contrasten amb els costos (aproximadament 200.000€/any) que es centren en el transport i extracció de la biomassa. El potencial d'aquest procés es magnifica degut a les possibilitats de creixement en l'aplicació d'aquest cicle a més gran escala existint 15.000 tones.any<sup>-1</sup> de fusta extraïble al Pallars [8].

És important tenir en compte però que el cost de la biomassa varia segons la seva procedència (Figura 1) fet que comporta cert punt de conflicte respecte la font d'aprofitament.

Centrant-nos en la vessant social del sistema ens trobem amb una tendència a l'acceptació de noves activitats de la zona fet que comporta l'impacte més

rellevant, considerat positiu, que és l'augment de l'activitat de la zona.

Tanmateix comptabilitzem una sèrie d'impactes de diferent caire i consideració. Entre els impactes positius es consideren l'augment de llocs de treball o l'aprofitament d'un material de rebuig. Entre els impactes negatius trobem l'augment del trànsit rodat a la zona així com l'augment de la contaminació acústica i ambiental derivada del transport de la biomassa o un augment de la pressió antròpica sobre les forests explotades.

Es permet la consideració de la vessant social com a un factor positiu per al desenvolupament de l'activitat a la zona ja que compta amb una visió general positiva per part dels tots actors implicats tot i que existeix certa divergència en el mètode d'implantació.

### Balanç d'emissions de CO<sub>2</sub>

Es du a terme el balanç d'emissions de CO<sub>2</sub> tot comparant les emissions produïdes en les diferents fases de l'aprofitament forestal (extracció, estellament, transport i crema en l'escenari proposat) amb la quantitat de CO<sub>2</sub> fixat per la biomassa extraïble del bosc i la provinent de les serradores. Es considera que la crema de la biomassa generaria unes emissions iguals al CO<sub>2</sub> fixat per la biomassa durant el seu cicle vital obtenint un valor de 10.135 t/any.

**Taula 3: Emissions totals de CO<sub>2</sub> en les etapes d'aprofitament de la biomassa.**

Font: elaboració pròpia.

Emissions de CO <sub>2</sub> total (t/any)	
<b>Etapa d'extracció</b>	33
<b>Etapa d'estellament</b>	29
<b>Etapa de transport</b>	13
<b>Crema en l'escenari proposat</b>	10.135
<b>TOTAL</b>	<b>10.210</b>

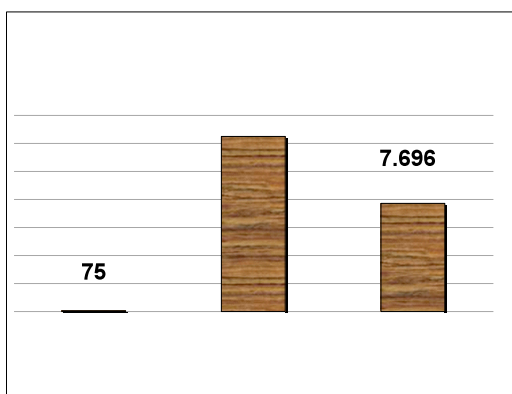
El balanç net de CO<sub>2</sub> l'obtindrem comparant el resultat del total de la taula 3 i el valor de la fixació total de CO<sub>2</sub>:

#### **BALANÇ CO<sub>2</sub> = FIXACIÓ – EMISSIONS**

$$\text{BALANÇ CO}_2 = 10.135 - 10.210 = -75 \text{ tCO}_2/\text{any}$$

Una vegada es coneixen les emissions de CO<sub>2</sub> produïdes per l'ús de la biomassa es comparen amb l'ús de gasoil o de gas natural com a combustible per a la producció de la mateixa quantitat d'energia calorífica en l'escenari proposat. Així es pot determinar l'estalvi en les emissions degut a l'ús de biomassa.

Les 5.423 tones de biomassa que es consumirien cada any tenen un potencial energètic d'uns 20.800 MWh. Tenint en compte que per a la producció d'1 kWh amb gasoil s'emet 0,60 kg de CO<sub>2</sub> i amb gas natural 0,37 kg de CO<sub>2</sub> [9], per a l'obtenció del mateix potencial energètic amb gas natural o gasoil s'ha calculat es produirien unes emissions de CO<sub>2</sub> que queden reflectides en la figura 2.



**Figura 3: Comparativa de les emissions de CO<sub>2</sub> entre biomassa, gas natural i gasoil.**  
Font: Elaboració pròpia.

Es pot observar com es produeix un estalvi molt significatiu en les emissions de CO<sub>2</sub> substituint el gas natural o el gasoil per la biomassa com a font d'energia. El balanç de CO<sub>2</sub> és negatiu però aquest resultat es veu de sobres compensat amb la disminució de les emissions per l'ús de la biomassa com

a font energètica i renovable per a la producció d'energia calorífica.

#### **Avaluació dels impactes**

Mitjançant una matriu d'impacte generat en la fase d'extracció (que inclou construcció i/o adequació de camins, neteja prèvia del terreny, tallada, desbrancat, despuntat i trossejat i apilat, reunió i desembosc segons el "Pla de Biomassa" [10] i en la de transport s'obté que, a nivell local, l'aprofitament energètic de la biomassa com a combustible comporta, en general, impactes positius en el medi socioeconòmic. Podem destacar que aquest aprofitament diversifica el mercat energètic (passant dels combustibles fòssils als recursos renovables). També són importants la creació de llocs de treball i l'impuls al desenvolupament econòmic de les zones forestals.

Tot i així, també es produeixen impactes negatius, encara que poc importants si les activitats es realitzen de forma respectuosa amb el medi. Els més importants són els generats per la circulació de vehicles per al transport de la biomassa forestal. Es generen impactes en el medi físic, sobretot generant compactació del sòl, per les emissions a l'atmosfera i per la contaminació acústica que emet la maquinària i que podria provocar una alteració del comportament de la fauna de la zona. En el medi biòtic l'impacte més important és la pèrdua de cobertura vegetal en la construcció i/o adequació dels camins.

A nivell global, un dels motius més importants pel qual s'aposta per les energies renovables (entre elles, la biomassa) és per la reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> ja que aquest gas és un dels principals causants de l'efecte hivernacle i la seva emissió a l'atmosfera és deguda bàsicament a la crema de combustibles fòssils. A més, la desforestació del planeta provoca una disminució de l'absorció d'aquest compost per part dels vegetals. Així

doncs, l'ús gestionat de biomassa com a font d'energia pot jugar un paper molt important en el control de la quantitat de CO<sub>2</sub> alliberada a l'atmosfera.

Tot i que la contribució en l'intercanvi de CO<sub>2</sub> al PNAP representa una petetíssima part de les emissions de CO<sub>2</sub> a nivell global, observant el balanç d'emissions de CO<sub>2</sub> produïdes en el nostre cas d'estudi, es pot veure que l'estalvi en l'ús dels diferents recursos energètics és molt significatiu. No s'ha d'oblidar que la suma de petites accions pot suposar grans beneficis pel planeta.

### **Avaluació dels condicionants i les directrius definides per als aprofitaments forestals dins el PNAP**

Existeixen una sèrie de condicionants a tenir en compte en els aprofitaments forestals que es duguin a terme dins el Parc. Aquests condicionants generals sobre el mètodes d'actuació en les diferents fases d'aprofitament venen definits per la legislació sectorial vigent mentre que les directrius d'actuació més específiques per als diferents tipus de tractaments silvícoles venen definides en el POF de cada forest. Es tracta d'uns criteris de sostenibilitat amb el medi que han quedat establerts al territori. Aquests criteris són avui dia pilars fonamentals d'aquests tipus de gestió. De fet, part d'aquests criteris i juntament amb altres, són resultat de la consulta amb experts i de la bibliografia referent i han permès establir les directrius per a cada aprofitament o ús.

En l'anàlisi efectuat es considera que l'aspecte negatiu més important d'aquest anàlisi és el que fa referència a la manca d'un document escrit que arribi a mans del rematant i del seu equip de treball on es reflecteixin els condicionants i les directrius més importants que s'han esmentat en aquest projecte. Però també cal destacar que, tot i que no existeixi un document integrador de tots els condicionants i directrius a seguir que arribi a mans del responsable de l'explotació, l'aspecte positiu més

important és que entre els POF's i els plecs de condicions dels aprofitaments forestals definits per la Generalitat de Catalunya, es consideren tots els condicionants i totes les directrius determinades per la legislació sectorial vigent.

### **Aplicació en forma de cas pràctic**

Es proposa l'aplicació del cas pràctic a l'ajuntament i escola del municipi de Llavorsí ja que pròximament s'han de reformar i per tant, es podria aprofitar per adequar les instal·lacions al nou sistema de calefacció mitjançant biomassa. Degut a la proximitat entre ambdós edificis es proposa la instal·lació d'una única caldera per optimitzar costos, espai i rendiment. S'ha contactat un expert al qual se li han facilitat les dades necessàries per tal de que calculi la necessitat energètica tant per calefacció com per a aigua calenta sanitària dels dos edificis per tal d'obtenir el tipus de caldera òptima per al sistema. El model de caldera recomanat té una potència de 69,60 kW i un consum de 50 t/any d'estelles per les instal·lacions escollides que representen una superfície total d'aproximadament 500m<sup>2</sup>.

Així doncs, podem dir que, segons els resultats del balanç energètic hi ha disponibles un total de 5420 t/any de combustible, per tant, es podria aclimatar i abastir d'aigua calenta sanitària una superfície aproximada de 54.000m<sup>2</sup> tenint en compte les característiques del model de caldera proposat.

Cal considerar però que això és una aproximació perquè per a la instal·lació d'una caldera cal fer un estudi exhaustiu de la necessitat energètica de l'edifici que depèn de molts altres factors [12].

Segons l'estudi realitzat s'observa que el potencial de biomassa extraïble al PNAP (traduït en potencial energètic) és molt elevat i que, per tant, es podrien equipar amb calderes de



biomassa tots els edificis municipals de la zona i les rodalies del Parc com ara ajuntaments, escoles, poliesportius, etc.

---

## CONCLUSIONS

---

Podem considerar a trets generals que el procés d'aprofitament de la biomassa per a la producció d'energia calorífica esdevé una opció de futur viable i positiva. La implantació del nou procés comporta beneficis tant a nivell social, com econòmic i ambiental.

Considerant els beneficis ambientals, el procés permet la promoció d'energies renovables i de l'ús de matèries primeres d'origen autòcton, així com una disminució de les emissions de CO<sub>2</sub>, la disminució del risc d'incendi degut a la reducció de la quantitat de combustible present al bosc i una millora de l'estat forestal.

Socioeconòmicament parlant, una revalorització d'aquest combustible i un augment de l'aprofitament dels recursos contribuirien a la promoció de la zona actualment en greus problemes de recessió demogràfica i d'abandó de les comunitats forestals. A més a més, la millora forestal pot produir un augment de les activitats de lleure realitzables a la zona.

Pel que fa als beneficis energètics es considera que contribueixen a la panacea de l'autosuficiència energètica amb l'ús de recursos autòctons en un procés amb un balanç energètic positiu.

---

## PROPOSTES DE MILLORA

---

Per tal de mantenir una bona preservació de l'espai afectat pel procés així com per potenciar els interessos del PNAP a la zona es proposa elaborar un document, de fàcil utilització, que actuï com a regulador de les activitats silvícoles i el seu aprofitament. Aquest l'anomenaríem

Protocol d'Actuació pels Aprofitaments Forestals (PAAF) i està dividit en 3 blocs:

1. El primer bloc conté una taula on es demanen dades de caire administratiu com per exemple el nom de la forest, el propietari o el volum previst a extreure.
2. En el segon bloc inclou una taula per a cada fase de l'aprofitament on cal indicar la maquinària utilitzada i on estan escrits els condicionants principals que s'han de tenir en compte a l'hora de dur a terme l'aprofitament.
3. En el tercer i últim bloc s'esmenten les bones pràctiques en l'aprofitament com ara l'ús d'equips de protecció personal i les observacions especials de cada zona (si n'hi han) com per exemple la presència d'alguna edificació catalogada com a patrimoni històric.

Mitjançant aquest document el Parc, a part d'assegurar-se de que el personal que durà terme la explotació està al corrent de tots aquests condicionats i directives (per tant podrà ser més estricte encara en el seu compliment), pot tenir un control més acurat sobre com està previst dur a terme aquest aprofitament per part del rematant (maquinària i operaris empleats).

Un altre proposta de millora a tenir en compte és la realització d'un estudi sobre els costos, avantatges i inconvenients de la utilització d'un combustible diferent a l'estella, ja que si s'instal·la una caldera versàtil pel que fa el combustible, l'elecció del tipus de d'aquest es farà en funció de la temporada amb el preu més competitiu i amb la major eficiència.

També es proposa l'obtenció d'una ecoetiqueta que certifiqui la fusta de les forests de la zona del PNAP. Es proposa l'aplicació de la FSC [13], estudiant els principis pels que es regeix aquesta certificació i les passes a seguir per aconseguir-la



També es proposa una taula de debat entre els diferents actors implicats per tractar l'aprofitament de la biomassa, emprant mètodes de decisió que integrin les diferents sensibilitats amb rigor i eficiència.

Un altre punt important seria la realització de campanyes de informació i sensibilització a la població local, ja que actualment l'aprofitament de la biomassa és molt desconegut i és important conscienciar-la de la importància de l'ús d'aquest recurs local així com els seus avantatges.

Finalment es consideren algunes propostes per a la millora de l'estudi realitzat. Entre elles trobem l'estudi dels costos indirectes del procés o l'anàlisi quantitativa dels impactes dels contaminants.

---

## ACRÒNIMS

---

CREAF: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals.  
CTFC: Centre Tècnic Forestal de Catalunya.  
FSC: Forest Stewardship Council  
KWh: KiloWatt hora  
MWh: MegaWatts hora  
PAAF: Protocol d'Actuacions pels Aprofitaments Forestals.  
PNAP: Parc Natural de l'Alt Pirineu  
POF: Pla d'Ordenació Forestal

---

## AGRAÏMENTS

---

Ester Garcia, Martí Boada, Joan Rieradavall, Jordi Garcia, Marc Garriga, Neus Puy, Carles Fañanás, Fustes Pallé S.A., Fustes Sebastià S.L., Sefocat S.L. i Josep Maria Garcia.

---

## REFERÈNCIES

---

[1] Economia al Pallars Sobirà, aprofitament del bosc:  
<http://www.pallarsobira.com>

[2] Boada, M. (2003). Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal. Figueres. Ed. Brau.

[3] Conesa, V; Fernández, V (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid. Ed. Mundi- Prensa.

[4] Comunicació verbal amb tècnic del PNAP.

[5] POF's de Baiasca i Arestui, Montenartró i Virós

[6] Anàlisi del Cicle de Vida simplificat dels residus urbans de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Neus Puy, 2007

[7] Estudi comparatiu de Costos de consum de calefacció en Col·legis d'Educació Infantil i Primària. Natural 21, 2007.

[8] Carles Fañanás, Estudi de la biomassa anual disponible sosteniblement al Pallars Sobirà, 2008.

[9] Sociedad astronómica granadina: [www.astrogranada.org/cieloscuro/html/a\\_cl\\_cifras.htm](http://www.astrogranada.org/cieloscuro/html/a_cl_cifras.htm)

[11] Joanati, C; Rodríguez, J; Vayreda, J. (2001). Pla de biomassa. CREAM i CTFC.

[12] El Codi tècnic de l'Edificació. HE Estalvi d'Energia HE4 i HE5. Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Barcelona, 31 de maig del 2006. Josep Vela. Agència d'Energia de Barcelona.

[13] Guía práctica sobre la Certificación Forestal. Autora: Sara Fernández Sáinz (2007). Subvencionado por Ministerio de Medio Ambiente y con la colaboración de Fundación Biodiversidad.